

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-228128

(P2001-228128A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 N 29/22	5 0 1	G 0 1 N 29/22	5 0 1 2 G 0 4 7
29/10	5 0 5	29/10	5 0 5
29/26		29/26	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2000-41442 (P2000-41442)	(71) 出願人	390023928 日立エンジニアリング株式会社 茨城県日立市幸町3丁目2番1号
(22) 出願日	平成12年2月15日 (2000.2.15)	(72) 発明者	裕 美津男 茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	菊池 修 茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内
		(74) 代理人	100074631 弁理士 高田 幸彦 (外1名)

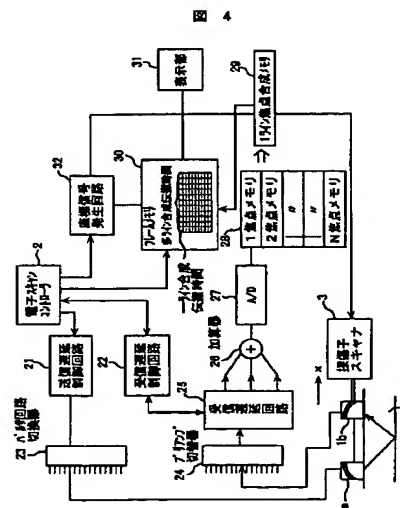
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サイジング用超音波探傷装置およびサイジング探傷方法

(57) 【要約】

【課題】電子スキャンプローブを使用し、TOFD法における回折波の検出性を向上させたサイジング超音波探傷装置を提供する。

【解決手段】電子スキャンプローブを使用し自由に超音波ビームの角度、焦点を変化させることにより、最適な角度、強度で超音波を欠陥に当て、TOFD法で探傷することを可能にする。これによって、欠陥検出性を向上させ、適切な回折波を使用してサイジング精度の向上を計る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】超音波ビームを被検部の欠陥に当て、得られた回折波の伝搬時間を測定して欠陥を表示装置に表示するようにしたサイジング用超音波探傷装置において、可変される探傷角度と深度を変えた焦点距離とが位相整合により制御された、超音波ビームを発する送信用電子スキャンアレイプローブと、被検部の欠陥から発せられた回折波を受信する受信用電子スキャンアレイプローブとを所定の間隔を保って配設し、かつ該所定の間隔を保って前記送信および受信電子スキャンアレイプローブを被検部に沿って平行移動させるスキュナを設け、検査位置としての焦点位置を順次移動させて欠陥端部を焦点位置として設置する焦点位置設定手段と、および該焦点位置での回折波の強度を強める回折波強度設定手段とを設け、

N個の焦点距離で得られた伝搬時間情報を記憶するN焦点メモリを有し、N焦点メモリに記憶された伝搬時間情報に基づいて1ライン伝搬時間を合成した情報を記憶する1ライン合成焦点メモリを有し、複数個の1ライン合成焦点メモリに記憶された1ライン合成伝搬時間情報に基づいて多ライン合成伝搬時間をフレームメモリに記憶し、

この記憶された多ライン合成伝搬時間に基づいて欠陥を表示伝搬時間を画像化することを特徴とするサイジング用超音波探傷装置。

【請求項2】超音波ビームを被検部の欠陥に当て、得られた回折波の伝搬時間を測定して欠陥を表示するようにしたサイジング探傷方法において、可変される探傷角度と深度を変えた焦点距離とが位相整合に制御された、超音波ビームを被検部の欠陥に送信して回折波を受信し、検査位置としての焦点位置を順次移動させて欠陥端部を焦点位置として設定し、該焦点位置での回折波の強度を強め、N個の焦点距離で得られた伝搬時間情報を記憶し、N個の焦点距離についての伝搬時間情報に基づいて1ライン伝搬時間を合成して記憶し、複数個の1ライン伝搬時間を合成して記憶し、この記憶された伝搬時間に基づいて欠陥を示す伝搬時間を画像表示することを特徴とするサイジング用超音波探傷方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を利用することにより溶接部等の被検体の内部状況を非破壊で検査する電子走査式超音波検査装置および方法に係り、特に、被検体の内部にできた傷の種類と大きさを評価するに好適な電子走査式超音波検査装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平11-14611号公報には、アークアレイ型の送信アレイ探触子及び受信アレイ探触子と、これらの各アレイ探触子を所要の間隔を保ったまま被検部

に沿って平行移動させる機械式スキュナと、前記送信アレイ探触子より指向性の鋭い超音波ビームを扇形に送出し、前記受信アレイ探触子にて検出される被検部からの反射波信号を前記機械式スキュナに付設されたエンコーダにて検出される前記各アレイ探触子の位置信号に応じてフレームメモリ上の所要のアドレスに順次格納する回路部と、前記フレームメモリに格納された反射波信号をリアルタイムで3次元情報による映像として表示する画像表示部とを備え、前記回路部に、セクタスキャン中の各時点における送信アレイ探触子及び受信アレイ探触子のビーム指向領域が交差する位置で超音波ビームを集束するように指向性を調整するための遅延時間調整手段を設けた電子走査式超音波検査装置が記載されている。

【0003】T OF D (TIME OF FLIGHT DEFFRACTION)

法を用いたサイジング用超音波探傷装置について説明する。尚、T OF D法は、英国の規格BS 7706 (1993)に規定されている。送信用固定角探触子より超音波を発信し、欠陥よりの回折波を受信用固定角探触子で受信する。送受信探触子を一定間隔に保持しながら、制御装置の制御により探触子全体を水平方向Xに移動させるスキュナからの位置信号と、超音波探傷器からの超音波信号とをそれぞれ入力し、T OF D処理を行う、データ収録処理装置にて構成される。データ収録処理装置では、横軸に探触子の移動距離、縦軸に超音波の伝搬時間を表示し、回折波の表示を確認して、欠陥の寸法を求める。このT OF Dの手法は、サイジングしようとする欠陥に対し、超音波を適切に入射、回折波を受信することが必要で、一般的には、45度～55度方向より超音波を入射し、反対の45度～55度方向から受信することが必要となる。送受信探触子は、通常の探触子よりビームの広がり大きくして、欠陥各所からの回折波を得る様にしているが、サイジングしようとしている欠陥の深さ、形状によってはビームの広がり等により、欠陥端部からの回折波が得られない場合がある、回折波が得にくい欠陥についてはその都度、最適な探傷角度の探触子を選択交換することが必要となっていた。又、ビームの広がりにより、回折波そのものの強度が弱くなることもあり、欠陥検出性の低下要因ともなっていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、T OF D法による探傷時に、探傷角度の選定のための時間を少なくし、欠陥の深さ、被検査体の板厚が変わっても、簡単な設定で、探触子の交換が不要で、かつ欠陥の検出性を向上したT OF D法の探傷法が採用できる超音波探傷装置および方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、超音波ビームを被検部の欠陥に当て、得られた回折波の伝搬時間を測定して欠陥を表示するようにしたサイジング探傷方法を実施するに当って、可変される探傷角度と深度を変えた

焦点距離とが位相整合に制御された、超音波ビームを被検部の欠陥に送信して回折波を受信し、検査位置としての焦点位置を順次移動させて欠陥端部を焦点位置として設定し、該焦点位置での回折波の強度を強め、N個の焦点距離で得られた伝搬時間情報を記憶し、N点の焦点距離についての伝搬時間情報に基づいて1ライン伝搬時間を合成して記憶し、複数の1ライン伝搬時間を合成して記憶し、この記憶された伝搬時間に基づいて欠陥を示す伝搬時間を画像表示するようにした。

【0006】本発明は、具体的には、超音波ビームを被検部の欠陥に当て、得られた回折波の伝搬時間を測定して欠陥を表示装置に表示するようにしたサイジング用超音波探傷装置において、可変される探傷角度と深度を変えた焦点距離とが位相整合により制御された、超音波ビームを発する送信用電子スキャンアレイプローブと、被検部の欠陥から発せられた回折波を受信する受信用電子スキャンアレイプローブとを所定の間隔を保って配設し、かつ、該所定の間隔を保って前記送信および受信電子スキャンアレイプローブを被検部に沿って平行移動させるスキャナを設け、検査位置としての焦点位置を順次移動させて欠陥端部を焦点位置として設置する焦点位置設定手段と、および焦点位置での回折波の強度を強める回折波強度設定手段とを設け、N個の焦点距離で得られた伝搬時間情報を記憶するN焦点メモリを有し、N焦点メモリに記憶された伝搬時間情報に基づいて1ライン伝搬時間を合成した情報を記憶する1ライン合成焦点メモリを有し、複数の1ライン合成焦点メモリに記憶された1ライン合成伝搬時間情報に基づいて多ライン合成伝搬時間をフレームメモリに記憶し、この記憶された多ライン合成伝搬時間に基づいて欠陥表示伝搬時間を画像化するサイジング用超音波探傷装置を提供する。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる一実施例を図面に基いて説明する。

【0008】図1は本発明の一実施例の概略構成を示す。探触子に電子スキャンプローブ1(1a, 1b)を使用する。電子スキャンプローブ1aから超音波を被検体6に発信し、欠陥7(7a, 7b)よりの回折波を電子スキャンプローブ1bで受信する。電子スキャンプローブ1a, 1bを一定間隔に保持しながら、制御装置4の制御により電子スキャンプローブ1a, 1bを探触子スキャナ3により水平方向Xに移動させ、探傷子スキャナ3からの位置信号をデータ収録処理装置5に入力する。電子スキャンコントローラ2により超音波の送受信をコントロールで増幅し、回折されて受信された超音波信号をデータ収録処理装置5に入力する。データ収録処理装置5は得られた信号を使用し、後述するようにしてTOD処理を行い、横軸に探触子である電子スキャンプローブ1a, 1bの移動距離、縦軸に超音波の伝搬時間を画像装置の画面に表示し、欠陥の位置、寸法を求め

る。

【0009】電子スキャンコントローラ2により探傷角度と焦点距離とを位相整合により制御を行う。これによって、欠陥7に対し、指向のあるビームから最適なビームを選択して電子スキャンプローブ1a, 1bにより超音波を発信し、回折波を受信することができる。固定角探触子によっては回折波の受信が困難である欠陥7aについても順次探傷角度を変更可能であるので最適な探傷角度で最適な送受信が可能になる。

【0010】この場合、被検査体6の深さ方向に順次焦点を合わせ欠陥の端部に超音波を収束し、合わせた焦点における回折波の伝搬時間(伝搬路程ともいう。)でTOD処理を実施することで回折波を確実に捉えることができる。

【0011】図2に電子スキャンプローブの焦点の設定方法を示す。送信用電子スキャンプローブ1aと受信用電子スキャンプローブ1bの間で一般的には、送受信の中間位置の検査対象の欠陥のあるライン10a上を順次、焦点位置として、送受信の超音波特性を設定していくことにより、欠陥7a, 7bと焦点が移動し、これにより、欠陥端部からの回折波の強度を強めることができる。

【0012】図3は、上記の焦点が移動にともなって得られる超音波波形を示しており、焦点が合った部分の焦点範囲10d, 10eのエコーを選択することができる。

【0013】図4は、実施例の構成をブロックで示す。図において電子スキャンコントローラ2によって送信遅延制御回路21, 受信遅延制御回路22を制御し、パルサ回路切替器23から遅延された信号を電子スキャンプローブ1aの各超音波振動素子から被検査体6に発信する。回折波は電子スキャンプローブ1bの各超音波振動素子によって受信され、プリアンプ切替器24を介して受信遅延回路25に送られる。スキャンごとに回折された信号は加算器26で加算され、A/D変換器27でA/D変換されて焦点メモリ28に送られる。焦点メモリ28は1焦点メモリからN焦点メモリまでのN個から構成され、1つの焦点に合わせた欠陥ライン10a上の受信信号が記憶される。ここで焦点への集束方法について説明する。

【0014】まず図5に超音波を任意の点に集束する方法を示す。

【0015】検査対象(鋼材)の任意の深さに超音波を集束送信するには、円弧状に配列した振動子素子群の中の、任意の素子群(同図では7素子/群)によって行う。各素子から超音波を同時に送信すると超音波の干渉により点線で示されるごとく伝搬し、各素子を配列した円弧a-a'面の曲率中心0aに焦点を結ぶことになる。即ち、素子毎に設けたディレイラインによる遅延時間(Δt)を与えることにより、送信パルスに Δt 分の

時間遅れが発生し、このため各素子で送信される超音波はあたかも円弧 $b-b'$ 面上から送信されたごとく伝搬し、反射体 $0b$ 点で集束する。受信側は、同図 (a) の受信において、超音波が $0'$ 点で反射し、受信側の各素子で時間差 (位相差) をもって受信する。そこで、送信時と同様の遅延時間を設定することにより各受信信号の位相が揃えられ、加算器によって一つの信号に合成される。

【0016】次に、超音波の入射角度の制御の方法を図6に示す。

【0017】図6に示すように振動子素子群の中から、常に超音波束に必要な素子数を1組として例えば、

(1), (2), (3) と1素子毎順次シフトさせれば超音波の入射角が素子の配列ピッチに対応して θ_{ip} , $2\theta_{ip}$, $3\theta_{ip}$... と変化する。従って被検査体中には、入射角に基づいた屈折角で回折した超音波が入射する。

【0018】以上のように電子スキャン法は、振動子素子群に遅延時間を与えることで超音波を被検査体の任意の位置に集束させ、送受信する素子群を順次切換えることによって、任意の角度 (可変角) による探傷が可能となる。

【0019】電子スキャンコントローラ2には、検査位置として焦点位置を順次移動させて欠陥端部を焦点位置として設定する焦点設定位置設定手段と、および該焦点位置での回折波の強度を強める回折波強度設定手段とを設ける。

【0020】図4に戻って、焦点メモリ28のN個の焦点メモリに記憶された伝搬時間情報に基づいて1ライン伝搬時間合成がなされる。

【0021】図7に示すように、この焦点範囲で得られるエコーをTOFD処理画面状で順次10d, 10eと合成していくことにより、従来のTOFD法にて得られる超音波ビームの広がりにより伝搬時間の変化図形が深さ毎に超音波ビームの強度が強まった形で、同様に得ることができ、欠陥検出性の向上したTOFD法を使用したサイジング用超音波探傷装置を実現できる。

【0022】N焦点メモリに記憶された伝搬時間情報に基づいて1ライン伝搬合成焦点メモリ29に1ライン伝搬時間情報を記憶する。この1ライン合成焦点メモリは複数個設けられており、複数個の1ライン合成焦点メモリ29に記憶された1ライン合成伝搬時間情報と、探触子スキャナ3の水平方向移動量Xに基づいて多ライン合成伝搬時間をフレームメモリ30に記憶する。この多ライン合成は、電子スキャンコントローラ2によって探触子スキャナ3の水平方向への移動指令が与えられ、その座標位置が座標発生回路32により計測される。この記憶された多ライン合成伝搬時間に基づいて欠陥表示伝搬時間を画像化信号を作り、この信号によって画像部31

(画像装置の表示部) に欠陥の表示を行う。

【0023】図8に1ライン伝搬時間を合成するステップを示す。欠陥を7a, 欠陥検査ライン10a, 欠陥下端を P_2 , 上端を B_3 , 底面を P_1 , 表面を P_4 で示す。

(イ) に示すように、 P_1 に焦点を設定したときには、 P_1 に大きな回折波信号が現われ、この信号はゲート信号 P_{11} として入力される。順次焦点を上を持って来て、(ロ) に示すように、 P_2 に焦点を設定したときには、 P_2 に大きな回折波信号が現われる。この時、ゲート信号 P_{21} が入力され、回折信号は回折強度が強められる。

【0024】更に焦点が上にあげられて(ハ) に示すように、 P_3 に焦点を設定したときに、 P_3 に大きな回折波信号が現われる。この時、ゲート信号 P_{31} が入力され、回折信号は回折強度が強められる。(ニ) に示すように、焦点が表面に設定されるとゲート信号 P_{41} が得られる。

【0025】このようにして作られた回折信号を合成して(ホ) に示すような1ライン伝搬時間線図が作られ、1ライン焦点合成メモリ29に記憶される。記憶された後の処理は前述した通りである。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、1組の電子スキャンアレイプローブを用いることにより、異なる深さの欠陥のサイジングを最適な角度で、TOFD法を用いて探傷することができる。また、焦点を移動させることにより欠陥端部からの回折波を強め、欠陥検出性を向上することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す電子スキャンプローブを使用したTOFD法によるサイジング装置の概略構成図。

【図2】焦点移動説明図。

【図3】焦点移動時の焦点範囲と検出エコー説明図。

【図4】本発明の実施例を示すブロック図。

【図5】ビーム集束説明図。

【図6】電子スキャン扇形走査説明図。

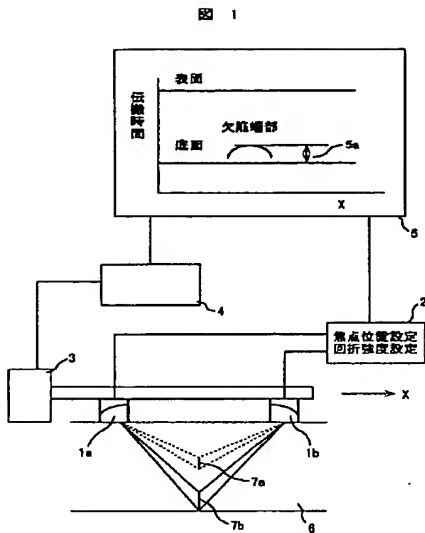
【図7】焦点移動時のTOFD画面表示方法説明図。

【図8】1ライン伝搬時間合成ステップ図。

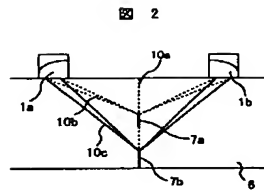
【符号の説明】

1a...送信用電子スキャンプローブ、1b...受信用電子スキャンプローブ、2...電子スキャンコントローラ、3...探触子スキャナ、4...制御装置、5...データ収録処理装置、6...被検査体、7a, 7b...欠陥、8...超音波探傷器、9a...送信用固定角探触子、9b...受信用固定角探触子、10a...欠陥検査ライン、10b, 10c...収束超音波ビーム、10d, 10e...焦点範囲。

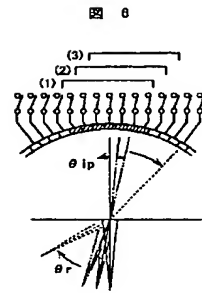
【図1】



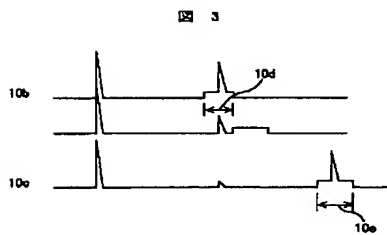
【図2】



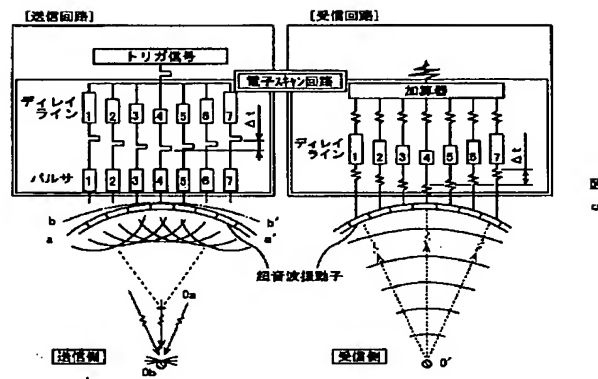
【図6】



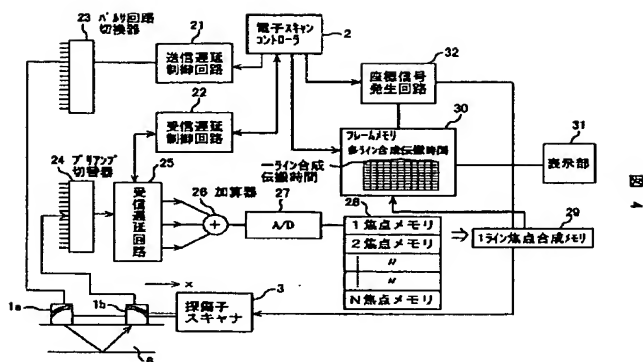
【図3】



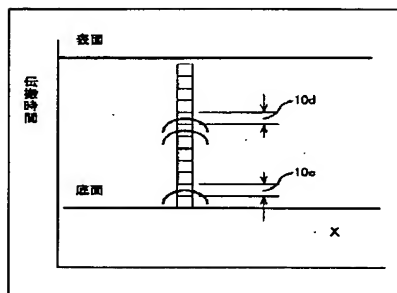
【図5】



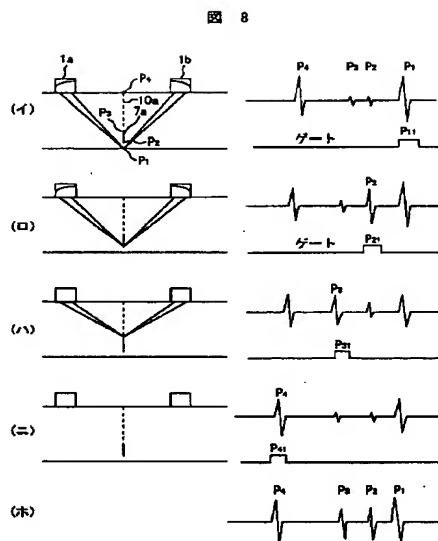
【図4】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 田山 賢治
茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エ
ンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 2G047 AA07 AB07 BC02 BC10 DB02
EA10 GB02 GF18 GG09 GG19
GG21 GG34 GH06